

Číslo 1., ročník X, duben 2015

## KAPACITNÍ MOŽNOSTI TRATI 031 V ÚSEKU PARDUBICE HL. N. – HRADEC KRÁLOVÉ HL. N.

### POSSIBILITIES OF CAPACITY OF THE RAILWAY LINE 031 IN SECTION PARDUBICE HL. N. – HRADEC KRÁLOVÉ HL. N.

Přemysl Šrámek<sup>1</sup>

*Anotace: Článek pojednává o kapacitních možnostech trati 031, a to v rámci vytíženého úseku mezi dvěma krajskými městy. Řeší kapacitu vzhledem k vybudování dvoukolejné vložky mezi stanicemi Stéblová – Opatovice nad Labem - Pohřebačka stejně jako možnost zavedení zcela periodického jízdního řádu včetně možných vlivů tohoto opatření na kapacitu trati.*

*Klíčová slova: dvoukolejná vložka, kapacita trati, periodický jízdní řád*

*Summary: The article discusses possibilities of capacity of the single railway line 031, from point of view a busy intersection between two regional centers Pardubice and Hradec Králové. It resolves capacity due to construction of the double-track section between stations Stéblová - Opatovice nad Labem - Pohřebačka as well as the possibility of introducing a completely periodic timetable including possible effects of this measure to the capacity of the track.*

*Key words: double-track section, line capacity, periodic timetable*

#### ÚVOD

Trať 031 Pardubice – Hradec Králové – Jaroměř je v současnosti jednokolejnou celostátní elektrifikovanou tratí. Tato trať je vytížena jak osobní dopravou regionálního významu, tak osobní dopravou významu celostátního. V rámci regionální železniční dopravy se jedná především o dojezd obyvatel z vesnic a menších obcí do krajských center, tedy do Pardubic a Hradce Králové. Celostátní železniční doprava je zastoupena dopravou osob mezi těmito dvěma krajskými centry stejně jako spojením těchto dvou krajských měst se třetím krajským městem, Libercem, prostřednictvím návaznosti tratě 030 Jaroměř – Liberec. Trať 031 je ale vytížena i vlaky nákladní dopravy, především průběžnými nákladními vlaky s tuhými palivy, obsluhujícími uhelnou elektrárnu Opatovice, jejíž elektrifikovaná vlečka je zaústěna do železniční stanice Opatovice nad Labem – Pohřebačka.

<sup>1</sup> Ing. Přemysl Šrámek, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, + 420 466 036 201, E-mail: [st24539@student.upce.cz](mailto:st24539@student.upce.cz)

## **1 CHARAKTERISTIKA TRATI**

Trat' 031 v úseku Pardubice hl. n. – Hradec Králové hl. n. zahrnuje celkem 5 železničních stanic, 2 (3) zastávky a 4 mezistaniční úseky. Zastávka Opatovice nad Labem je v současnosti ve výstavbě.

### **1.1 ŽST Pardubice hl. n.**

Železniční stanice Pardubice hl. n. leží kromě trati 031 také na dvoukolejné celostátní trati 010 Česká Třebová – Praha Libeň. Skládá se z osobního, nákladového, seřadovacího a odstavného nádraží. Stanice je vybavena reléovým zabezpečovacím zařízením (3. kategorie) (1).

### **1.2 ŽST Pardubice – Rosice nad Labem**

Železniční stanice Pardubice – Rosice nad Labem je nejen součástí železniční trati 031, ale též odbočnou stanicí jednokolejné celostátní trati 238 Havlíčkův Brod – Pardubice – Rosice nad Labem. Z tohoto důvodu dochází ve stanici k častým úvrat'ovým jízdám (vlaky z Pardubic hl. n.) stejně jako je mezistaniční oddíl Pardubice hl. n. – Pardubice – Rosice nad Labem obsazen nejen vlaky jedoucími po trati 031 do Hradce Králové, ale také vlaky směřovanými dále po trati 238. Stanice je vybavena elektromechanickým zabezpečovacím zařízením (2. kategorie), přímo ve stanici se nachází jeden přejezd. Mezi ŽST Pardubice – Rosice nad Labem a ŽST Stéblová je umístěna zastávka Pardubice – Semtín (2).

### **1.3 ŽST Stéblová**

Stanice je vybavena mechanickým zabezpečovacím zařízením se samočinným závěrem výměn (2. kategorie). Přímo ve stanici se nachází jeden přejezd, mezi ŽST Stéblová a ŽST Opatovice nad Labem – Pohřebačka je umístěna zastávka Čeperka se závorářským stanovištěm, které má být v souvislosti s probíhající modernizací zrušeno (3).

### **1.4 ŽST Opatovice nad Labem – Pohřebačka**

Železniční stanice Opatovice nad Labem - Pohřebačka je nejen součástí železniční trati 031, ale též odbočnou stanicí jednokolejné celostátní trati Opatovice nad Labem – Pohřebačka – odbočka Plačice. Tato trať bývá využívána jako odklonová v případě mimořádností na trati 010. Dřívější název stanice byl pouze Opatovice nad Labem, nicméně v rámci modernizace je ve výstavbě zastávka Opatovice nad Labem, umístěná přímo v dané obci – proto se musela železniční stanice přejmenovat. Stanice je vybavena reléovým zabezpečovacím zařízením (3. kategorie), přímo ve stanici se nachází celkem 4 přejezdy a odbočuje zde dopravně významná vlečka uhelné elektrárny Opatovice (4).

### **1.5 ŽST Hradec Králové hl. n.**

Železniční stanice Hradec Králové hl. n. leží kromě železniční trati 031 také na celostátní trati 020 Choceň – Velký Osek a zároveň je též odbočnou stanicí jednokolejné regionální trati 041 Hradec Králové hl. n. – Turnov. Celkem je tedy do ŽST Hradec Králové hl. n. zaústěno celkem 5 směrů. Stanice je rozdělena na 3 obvody – Sever, Jih a Střed. Obvody Sever a Jih jsou vybaveny elektromechanickým zabezpečovacím zařízením (2. kategorie), obvod Střed poté jednotným obslužným pracovištěm JOP (3. kategorie) (5).

## 1.6 Mezistaniční úseky

Trat' 031 v úseku Pardubice hl. n. – Hradec Králové hl. n. zahrnuje celkem 4 mezistaniční úseky, které jsou lépe charakterizovány v Tabulce 1.

Tab. 1 – Parametry mezistaničních úseků trati 031

Mezistaniční úsek	Délka úseku (km)	TZZ	Počet PZZ v rámci úseku
PCE hl. n. – PCE – Rosice	0,382	3. kat. – bez VZ	0
PCE – Rosice – Stéblová	5,077	1. kat. – tel. dorozumívání	4
Stéblová – Opatovice	5,885	1. kat. – tel. dorozumívání	7
Opatovice – HK hl. n.	3,658	3. kat. – AH bez náv. bodu	4

Zdroj: (1), (2), (3), (4), (5), úprava autor

## 2 VLIV DVOUKOLEJNÉ VLOŽKY NA KAPACITU TRATI

Nejdříve je nezbytné stanovit základní simulační scénář. Tím je roční jízdní řád, tedy 365 běhů dané simulace se základním nastavením – tedy ještě bez dvoukolejné vložky. Poté následuje simulační scénář o stejných parametrech (počet běhů, rozsah dopravního provozu) zahrnující dvoukolejnou vložku mezi stanicemi Stéblová – Opatovice nad Labem – Pohřebačka.

Jako simulační nástroj byl využit program SimuT, poskytnutý od Ing. Pavla Krýžeho, Ph.D. ze SŽDC. Jako ukazatele propustnosti byly vypočítány celková doba obsazení, průměrná doba obsazení a stupeň obsazení mezistaničního úseku dle metodiky SŽDC (ČD) D24 (6). Za rozhodující ukazatel je považován průměrný přírůstek zpoždění, vypočítaný jako podíl rozdílu celkového výstupního a vstupního zpoždění a celkového počtu vlaků. Tento ukazatel byl počítán jak průběžně pro každý simulační běh, tak souhrnně pro celý jízdní řád (všechny simulační běhy). V programu SimuT bylo zvoleno náhodné vstupní zpoždění vlaků na základě exponenciálního rozdělení pravděpodobnosti (převažují vlaky osobní dopravy nejedoucí s náskokem).

### 2.1 Základní simulační scénář

V rámci základního simulačního scénáře byl vybrán jízdní řád daného úseku trati z roku 2014. Jedná se o 20 vlaků dálkové osobní dopravy, 95 vlaků regionální osobní dopravy a 24 vlaků nákladní dopravy (včetně lokomotivních vlaků). Celkem tedy 139 vlaků, z nichž některé jedou pouze ze stanice Pardubice hl. n. do stanice Pardubice - Rosice nad Labem, odkud pokračují dále úvratí po trati 238.

Pro zjednodušení v simulaci nebyla dovolena jízda vlaků s náskokem, stejně jako nebyly řešeny konflikty jednotlivých staničních kolejí. Celková doba obsazení  $T_{obs}$  a stupeň obsazení  $S_o$  jednotlivých mezistaničních oddílů byly vypočítány také pro alternativní výpočetní dobu od 5:00 do 20:00. V Tabulce 2 jsou zobrazeny ukazatele pro  $T = 1440$  min, v Tabulce 3 poté pouze pro alternativní výpočetní dobu ( $T = 900$  min). Tabulka 4 zobrazuje jednotlivé přírůstky zpoždění pro celý jízdní řád (všechny simulační běhy).

Tab. 2: Ukazatele propustnosti – základní simulační scénář,  $T = 1\,440$  min

Mezistaniční úsek	TK	N	$T_{\text{obs}}$ (min)	$t_{\text{obs}}$ (min)	$S_o$
Pardubice hl. n. – Pardubice – Rosice n. L.	1	134	454,5	3,39	0,32
Pardubice – Rosice n. L. – Stéblová	1	79	538,4	6,82	0,37
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	1	81	555,3	6,86	0,39
Opatovice n. L. – Pohřebačka – Hradec Králové hl. n.	1	83	466,6	5,62	0,32

Zdroj: autor

Tab. 3: Vybrané ukazatele propustnosti – základní simulační scénář,  $T = 900$  min

Mezistaniční úsek	TK	$T_{\text{obs}}$ (min)	$S_o$
Pardubice hl. n. – Pardubice – Rosice n. L.	1	339,2	0,38
Pardubice – Rosice n. L. – Stéblová	1	415,7	0,46
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	1	431,9	0,48
Opatovice n. L. – Pohřebačka – Hradec Králové hl. n.	1	354,2	0,39

Zdroj: autor

Tab. 4: Průměrné přírůstky zpoždění (pro celý jízdní řád), základní simulační scénář

Typ vlakové dopravy	Průměrný přírůstek zpoždění (min/vlak)
Dálková osobní doprava	0,14
Regionální osobní doprava	- 0,17
Nákladní doprava	0,48
Celkový přírůstek (všechny vlaky)	- 0,01

Zdroj: autor

Dle předpisu SŽDC (ČD) D24 se za dostatečně obsazené pokládá provozní zařízení se stupněm obsazení  $S_o = 0,5 - 0,67$ . V Tabulce 2 žádný z mezistaničních úseků nepřekročil hranici stupně obsazení 0,4 - v rámci daného počtu vlaků lze tedy nalézt určité kapacitní rezervy. V době největšího zatížení trati osobní dopravou, od 5:00 do 20:00, se již stupeň obsazení mezistaničních oddílů Pardubice – Rosice nad Labem – Stéblová a Stéblová – Opatovice nad Labem – Pohřebačka přibližuje hodnotě 0,5 coby spodní hodnotě dostatečného obsazení provozního zařízení. I zde ale lze nalézt určité kapacitní rezervy, čemuž odpovídá i celkový přírůstek zpoždění všech vlaků v rámci daného jízdní řádu - 0,01. Záporná hodnota tohoto ukazatele vypovídá o dostatečné schopnosti dopravní infrastruktury vyrovnat mimořádnosti v rámci daného rozsahu dopravního provozu, kdy celkové výstupní zpoždění je nižší než celkové vstupní zpoždění daného systému. Přírůstky dle jednotlivých typů železniční dopravy jsou počítány principiálně stejně jako přírůstek celkový, tedy jako podíl rozdílu celkového výstupního a vstupního zpoždění vlaků daného typu a celkového počtu těchto vlaků. Jako problematický lze vyhodnotit průměrný přírůstek zpoždění vlaků dálkové osobní dopravy, který dosahuje výše 0,14. Příznivý je naopak záporný přírůstek zpoždění

- 0,17 vlaků regionální osobní dopravy. Průměrný přírůstek zpoždění vlaků nákladní dopravy nelze bohužel považovat za zcela směrodatný, a to z důvodu nedovolení jízdy vlaků s náskokem v rámci dané simulace.

Co se priority jednotlivých vlaků týče, program SimuT pracuje na bázi přiřazení určitých vah či hodnocení jako je např. Saatyho bodová stupnice. Ohodnocení je společné pro každou vyskytující se variantu druhu vlaků, a to v rozsahu intervalu  $(0;\infty)$ . Základem je zde regionální osobní doprava o hodnotě 1, která stupnici pomyslně dělí na více a méně významné druhy vlaků (7).

## 2.2 Simulační scénář s dvoukolejnou vložkou Stéblová - Opatovice nad Labem - Pohřebačka

Jedná se o simulační scénář o stejných parametrech (počet běhů, omezení, rozsah dopravního provozu) jako základní scénář s tím rozdílem, že mezi stanicemi Stéblová a Opatovice nad Labem - Pohřebačka byla přidána druhá traťová kolej včetně jejího plného zapojení do příslušných stanic. Vzhledem k místním poměrům jsou po druhé traťové koleji dvoukolejné vložky naplánovány jízdy sudých vlaků ve směru Pardubice - Hradec Králové. V rámci modernizace a výstavby dvoukolejné vložky ale také dojde ke zvýšení traťové rychlosti, a tím pádem ke snížení celkové jízdní doby mezi danými stanicemi. Pro vlaky obě stanice projíždějící bude při traťové rychlosti 160 km/h a délce mezistaničního úseku 5,885 km (z Tab. 1) reálná jízdní doba 2,2 min, resp. 2,5 min (oproti dnešním 5 - 7 min). Zastávkovým vlakům regionální osobní dopravy, zastavujícím ve všech stanicích a zastávkách, je přiřazena stejná jízdní doba jako v základním simulačním scénáři, a to z důvodu přidání zastávky Opatovice nad Labem, kdy úspora času díky zvýšení traťové rychlosti je vyrovnána přirážkou na rozjezd a zastavení vlaku a pobytem vlaku v nově vybudované zastávce. Dále také do výpočtu propustnosti dvoukolejného úseku nevstupují intervaly křížování.

V Tabulce 5 jsou zobrazeny ukazatele propustnosti pro  $T = 1440$  min, v Tabulce 6 poté pouze pro alternativní výpočetní dobu ( $T = 900$  min). Tabulka 7 zobrazuje jednotlivé přírůstky zpoždění pro celý jízdní řád (všechny simulační běhy).

Tab. 5: Ukazatele propustnosti – simulační scénář s dvoukolejnou vložkou,  
 $T = 1440$  min

Mezistaniční úsek	TK	N	$T_{\text{obs}}$ (min)	$t_{\text{obs}}$ (min)	$S_o$
Pardubice hl. n. – Pardubice – Rosice n. L.	1	134	454,5	3,39	0,32
Pardubice – Rosice n. L. – Stéblová	1	79	541,9	6,86	0,38
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	1	41	218,8	5,34	0,15
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	2	40	234,5	5,86	0,16
Opatovice n. L. – Pohřebačka – Hradec Králové hl. n.	1	83	473,1	5,70	0,33

Zdroj: autor

Tab. 6: Vybrané ukazatele propustnosti – simulační scénář s dvoukolejnou vložkou,  
T = 900 min

Mezistaniční úsek	TK	T <sub>obs</sub> (min)	S <sub>o</sub>
Pardubice hl. n. – Pardubice – Rosice n. L.	1	339,2	0,38
Pardubice – Rosice n. L. – Stéblová	1	418,4	0,46
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	1	165,4	0,18
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	2	187,6	0,21
Opatovice n. L. – Pohřebačka – Hradec Králové hl. n.	1	359,1	0,40

Zdroj: autor

Tab. 7: Průměrné přírůstky zpoždění (pro celý jízdní řád), simulační scénář s dvoukolejnou vložkou

Typ vlakové dopravy	Průměrný přírůstek zpoždění (min/vlak)
Dálková osobní doprava	0,56
Regionální osobní doprava	- 0,19
Nákladní doprava	0,61
Celkový přírůstek (všechny vlaky)	0,05

Zdroj: autor

Prostřednictvím dvoukolejné vložky mezi stanicemi Stéblová - Opatovice nad Labem - Pohřebačka dochází ke stoprocentnímu nárůstu kapacity mezi těmito stanicemi, nicméně v kontextu trati 031 v úseku Pardubice hl. n. - Hradec Králové hl. n. dochází k mírnému Braessovu paradoxu<sup>2</sup>, především u vlaků dálkové osobní dopravy, jejichž průměrný přírůstek zpoždění se oproti základnímu simulačnímu zvýšil z 0,14 na 0,56. To je zapříčiněno nezměněným trasováním vlaků dálkové osobní dopravy, jejichž jízdní doba se zkrátila díky zdvoukolejnění a vyšší traťové rychlosti v rámci dvoukolejné vložky. Jelikož ale navazující mezistaniční úseky Stéblová - Pardubice - Rosice n. L. a Opatovice nad Labem - Pohřebačka zůstaly pouze jednokolejné, dochází ve stanicích Stéblová a Opatovice nad Labem - Pohřebačka ke zpoždění vlaků dálkové osobní dopravy v rámci křižování na jednokolejných úsecích. Příčinu zpoždění v nezměněném trasování potvrzuje i pokles průměrného přírůstku zpoždění vlaků regionální osobní dopravy z - 0,17 na - 0,19, kdy jízdní doby těchto vlaků byly kvůli nové zastávce Opatovice nad Labem ponechány stejné jako v základním simulačním scénáři. Mírný Braessův paradox potvrzuje i srovnání ukazatelů propustnosti v Tabulkách 2 a 3 s Tabulkami 5 a 6, kdy celková doba obsazení, průměrná doba obsazení i stupeň obsazení mezistaničních úseků Pardubice - Rosice nad Labem - Stéblová a Opatovice nad Labem - Pohřebačka vzrostly. Celkový přírůstek zpoždění všech vlaků v rámci daného jízdní řádu s dvoukolejnou vložkou činí 0,05, což vypovídá o nedostatečné schopnosti dopravní infrastruktury vyrovnat mimořádnosti v rámci daného rozsahu

<sup>2</sup> Braessův paradox - jev, týkající se toků v sítích, při kterém zkapacitněním určité části dopravní sítě dochází ke zhoršení celkového výkonu sítě kvůli přetížení přilehlých úseků



dopravního provozu, kdy celkové výstupní zpoždění je vyšší než celkové vstupní zpoždění daného systému.

### 3 VLIV PERIODICKÉHO JÍZDNÍHO ŘÁDU NA KAPACITU TRATI

Zde je pomocí programu SimuT postupováno obdobně jako v předchozí kapitole. Je vytvořen základní simulační scénář s periodickým jízdním řádem, kdy na stávající infrastruktuře bez dvoukolejné vložky je aplikován zcela periodický jízdní řád (PJŘ). O integrovaném taktovém jízdním řádu bohužel hovořit nelze, a to z důvodu neřešení přípojných vlaků ve stanicích Pardubice hl. n. a Hradec Králové hl. n. Jízdní doby jednotlivých vlaků byly převzaty z jízdního řádu daného úseku trati z roku 2014. Trasování vlaků bylo upraveno, aby odpovídalo periodickému jízdnímu řádu s periodou 20 min. V rámci vytvořeného periodického jízdního řádu spojují dvě krajské metropole Pardubice a Hradec Králové celkem 3 kategorie vlaků - osobní vlaky, obsluhující všechny stanice a zastávky, rychlíky, které zastavují pouze v Pardubicích, Hradci Králové a z hlediska přípojů na trať 238 i v Pardubicích - Rosicích nad Labem, a vlaky zrychlené, zajišťující rychlé meziměstské spojení. Zrychlené vlaky zastavují ve stejných stanicích jako rychlíky, ale oproti rychlíkům v Hradci Králové hl. n. končí (rychlíky pokračují dále po trati 030 až do Liberce). Jízdní doby zrychlených vlaků jsou nepatrně nižší než jízdní doby rychlíků, a to především z důvodu nasazení moderních trakčních elektrických jednotek s lepšími dynamickými vlastnostmi. Více ke konkrétnímu trasování v Tabulkách 8 a 9.

Tab. 8: Trasování vlaků PJŘ Pardubice hl. n. - Hradec Králové hl. n.

Železniční stanice	Druh vlaku					
	Os		Zr		R	
	P	O	P	O	P	O
Pardubice hl. n.		X. 00		X. 20		X. 40
Pardubice – Rosice n. L.	X. 03	X. 04	X. 23	X. 24	X. 43	X. 45
Stéblová	X. 12	X. 13		X. 30		X. 51
Opatovice n. L. – Pohřebačka	X. 20	X. 21		X. 36		X. 57
Hradec Králové hl. n.	X. 27		X. 43		(X+1). 04	
Celková jízdní doba	27 min		23 min		24 min	

Zdroj: autor

Tab. 9: Trasování vlaků PJŘ Hradec Králové hl. n. - Pardubice hl. n.

Železniční stanice	Druh vlaku					
	Os		Zr		R	
	P	O	P	O	P	O
Hradec Králové hl. n.		X. 00		X. 20		X. 40
Opatovice n. L. - Pohřebačka	X. 04	X. 05		X. 24		X. 46
Stéblová	X. 12	X. 13		X. 30		X. 53
Pardubice - Rosice n. L.	X. 20	X. 21	X. 36	X. 37	X. 58	X. 59
Pardubice hl. n.	X. 24		X. 40		(X+1). 02	
Celková jízdní doba	24 min		20 min		22 min	

Zdroj: autor

Perioda 20 min je v obou směrech realizována v rozmezí 5.00 – 21.00, od 21.00 do 23.00 perioda vzrůstá na 30 min (X. 00 a X. 30), od 23.00 do 1.00 poté na 60 min (X. 00). U rychlíků byla zachována perioda 120 min z důvodu provázanosti tras na další tratě – v rámci zachování periody byly v trasách rychlíků s počátkem X. 40 v lichou hodinu vedeny zrychlené meziměstské vlaky. Trasa prvního rychlíku z Pardubic ve 4.40 byla přetrasována na počátek ve 4.30 a posledního rychlíku z Hradce Králové ve 22.40 na 22.30. Tyto úpravy PJŘ jsou společné pro oba následující simulační scénáře.

Jízdní řád s PJŘ obsahuje celkem 176 vlaků, z toho 20 vlaků dálkové osobní dopravy, 132 vlaků regionální osobní dopravy a 24 vlaků nákladní dopravy (včetně lokomotivních). Oproti základnímu simulačnímu scénáři bez aplikace PJŘ tedy obsahuje o 37 vlaků více (přidané vlaky regionální osobní dopravy).

### 3.1 Základní simulační scénář s PJŘ

V Tabulce 10, 11 a 12 jsou uvedeny ukazatele propustnosti pro simulační scénář s PJŘ, aplikovaný na infrastrukturu bez dvoukolejné vložky.

Tab. 10: Ukazatele propustnosti – základní simulační scénář s PJŘ, T = 1 440 min

Mezistaniční úsek	TK	N	T <sub>obs</sub> (min)	t <sub>obs</sub> (min)	S <sub>o</sub>
Pardubice hl. n. – Pardubice – Rosice n. L.	1	171	562,0	3,29	0,39
Pardubice – Rosice n. L. – Stéblová	1	116	847,0	7,30	0,59
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	1	118	843,0	7,14	0,59
Opatovice n. L. – Pohřebačka – Hradec Králové hl. n.	1	120	703,0	5,86	0,49

Zdroj: autor



Tab. 11: Vybrané ukazatele propustnosti – základní simulační scénář s PJŘ,  
T = 900 min

Mezistaniční úsek	TK	T <sub>obs</sub> (min)	S <sub>o</sub>
Pardubice hl. n. – Pardubice – Rosice n. L.	1	424,0	0,47
Pardubice – Rosice n. L. – Stéblová	1	657,2	0,73
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	1	657,3	0,73
Opatovice n. L. – Pohřebačka – Hradec Králové hl. n.	1	539,0	0,60

Zdroj: autor

Tab. 12: Průměrné přírůstky zpoždění (celý jízdní řád), základní simulační scénář s PJŘ

Typ vlakové dopravy	Průměrný přírůstek zpoždění (min/vlak)
Dálková osobní doprava	2,97
Regionální osobní doprava	2,17
Nákladní doprava	4,58
Celkový přírůstek (všechny vlaky)	2,59

Zdroj: autor

Zavedením PJŘ s přesným trasováním dochází k přetížení dané infrastruktury, kdy hodnoty stupně obsazení v Tabulce 11 přesahují pro dva mezistaniční úseky hodnotu 0,7. Kapacitní rezervy jsou vyčerpány, průměrný přírůstek zpoždění pro všechny vlaky v průběhu celého jízdního řádu o hodnotě 2,59 vypovídá o nedostatečné schopnosti dopravní infrastruktury vyrovnat mimořádnosti v rámci daného rozsahu dopravního provozu, kdy celkové výstupní zpoždění je výrazně vyšší než celkové vstupní zpoždění daného systému.

### 3.2 Simulační scénář s PJŘ s dvoukolejnou vložkou Stéblová - Opatovice nad Labem - Pohřebačka

Byly provedeny shodné úpravy simulačního scénáře jako v kapitole 2.2, tedy přidání druhé traťové koleje včetně plného zapojení do příslušných stanic a zkrácení jízdních dob projíždějících vlaků z důvodu zvýšení traťové rychlosti. Výsledné ukazatele propustnosti jsou uvedeny v Tabulkách 13, 14 a 15.

Tab. 13: Ukazatele propustnosti – simulační scénář s PJŘ s dvoukolejnou vložkou,  
T = 1 440 min

Mezistaniční úsek	TK	N	T <sub>obs</sub> (min)	t <sub>obs</sub> (min)	S <sub>o</sub>
Pardubice hl. n. – Pardubice – Rosice n. L.	1	171	560,0	3,27	0,39
Pardubice – Rosice n. L. – Stéblová	1	116	857,0	7,39	0,60
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	1	59	236,5	4,01	0,16
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	2	59	227,0	3,85	0,16
Opatovice n. L. – Pohřebačka – Hradec Králové hl. n.	1	120	713,0	5,94	0,50

Zdroj: autor

Tab. 14: Vybrané ukazatele propustnosti – simulační scénář s PJŘ s dvoukolejnou vložkou, T = 900 min

Mezistaniční úsek	TK	T <sub>obs</sub> (min)	S <sub>o</sub>
Pardubice hl. n. – Pardubice – Rosice n. L.	1	422,5	0,47
Pardubice – Rosice n. L. – Stéblová	1	664,9	0,74
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	1	184,4	0,20
Stéblová – Opatovice n. L. – Pohřebačka	2	177,0	0,20
Opatovice n. L. – Pohřebačka – Hradec Králové hl. n.	1	546,6	0,61

Zdroj: autor

Tab. 15: Průměrné přírůstky zpoždění (pro celý jízdní řád), simulační scénář s PJŘ s dvoukolejnou vložkou

Typ vlakové dopravy	Průměrný přírůstek zpoždění (min/vlak)
Dálková osobní doprava	1,58
Regionální osobní doprava	1,64
Nákladní doprava	2,61
Celkový přírůstek (všechny vlaky)	1,77

Zdroj: autor

Vybudováním druhé traťové koleje mezi stanicemi Stéblová - Opatovice nad Labem - Pohřebačka dochází k výraznému nárůstu kapacity, kdy se při plném zatížení stanoveným PJŘ dané ukazatele kapacity výrazně zlepšují (oproti základnímu simulačnímu scénáři s PJŘ). Dopravní infrastruktura sice stále nedisponuje dostatečnou schopností vyrovnat mimořádnosti v rámci daného rozsahu dopravního provozu, nicméně průměrný přírůstek zpoždění pro všechny vlaky v průběhu celého jízdního řádu o hodnotě 1,77 je o 0,82 minuty na jeden vlak nižší než v případě pouze jednokolejné trati s PJŘ. Že v tomto případě k žádnému Braessovu paradoxu nedochází, potvrzují i nižší průměrné přírůstky zpoždění u jednotlivých typů vlakové dopravy.

## ZÁVĚR

Bylo zjištěno, že zdvoukolejnění a zvýšení traťové rychlosti určitého mezistaničního úseku může vést k Braessovu paradoxu, pokud nebude současně provedena změna trasování vlaků. Pozitivní vliv zdvoukolejnění mezistaničního úseku na kapacitu trati se plně projevuje až s narůstající intenzitou dopravního provozu, kdy například při zavedení periodického jízdního řádu s periodou 20 min dvoukolejný úsek výrazně zvyšuje kapacitní možnosti dané trati. I zde ale otázkou zůstává optimální nastavení polohy jednotlivých tras v rámci periodického jízdního řádu tak, aby bylo minimalizováno zpoždění, vznikající při křižování na jednokolejných úsecích.

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) SŽDC, PO Pardubice. *Staniční řád ŽST Pardubice hl. n.* [online]. 2015 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: <http://provoz.szdc.cz/portal/ViewArticle.aspx?oid=1109218>.
- (2) SŽDC, PO Pardubice. *Staniční řád ŽST Pardubice – Rosice nad Labem.* [online]. 2015 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: <http://provoz.szdc.cz/portal/ViewArticle.aspx?oid=1109321>.
- (3) SŽDC, PO Pardubice. *Staniční řád ŽST Stéblová.* [online]. 2015 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: <http://provoz.szdc.cz/portal/ViewArticle.aspx?oid=929694>.
- (4) SŽDC, PO Pardubice. *Staniční řád ŽST Opatovice nad Labem - Pohřebačka.* [online]. 2015 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: <http://provoz.szdc.cz/portal/ViewArticle.aspx?oid=929685>.
- (5) SŽDC, PO Pardubice. *Staniční řád ŽST Hradec Králové hl. n.* [online]. 2015 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: <http://provoz.szdc.cz/portal/ViewArticle.aspx?oid=896003>.
- (6) *Směrnice SŽDC D24 pro zjišťování kapacity železničních tratí.* Praha: České dráhy, a.s., 40 s., účinnost od 1. 10. 1965
- (7) BREJCHA R.: Modelové řešení dopravní infrastruktury v závislosti na rozsahu dopravního provozu. Univerzita Pardubice, Pardubice, 2011, 90 s.